Lane Medical Library

Aus der Medizinischen Poliklinik und Chirurgischen Klinik der Universität Königsberg Pr.

Die Einwirkung der Paravertebralanästhesie auf die Ureterperistaltik.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Medizinischen Fakulität

der

Albertus-Universität zu Königsberg Pr.

vorgelegt von

Lothar Sommer,
Genditten.

Königsberg Pr.
1932.

Druck: Engel's Buchdruckerei, Tilsit

Referent: Prof. Dr. Bruns.

Bei einer Reihe von Versuchen, die in der Medizinischen Poliklinik und der Chirurgischen Klinik der Universität zu Königsberg Pr. am Menschen und an Hunden zwecks Untersuchung der Einwirkung der Paravertebralanästhesie auf die Bauch- und Brusteingeweide gemacht wurden, beschäftigte ich mich mit der Peristaltik des Hundeureters und dessen Reaktion auf obengenannte Anästhesie.

Die Paravertebralanästhesie ist im Jahre 1905 von Sellheim für gynäkologische Operationen angedeutet und von Läwen so ausgearbeitet worden, daß er mit ihr vollkommen schmerzlos einige Hernien- und Nierenoperationen ausführen konnte. Sie verlor späterhin wieder an Bedeutung, weil die von Kappies und Braun angegebene Splanchnicusanästhesie für Operationszwecke als weniger umständlich angesehen wurde. Erst durch die Entdeckung Läwens, daß zur Beseitigung des von bestimmten Organen ausgehenden Schmerzes die Ausschaltung ganz weniger, genau festgelegter Segmente genügt, rückt die paravertebrale Injektion wieder mehr in den Vordergrund. Durch diese Erkenntnis konnte man den vom Patienten nicht genau zu lokalisierenden Schmerz viel feiner örtlich bestimmen und so zweifelhafte abdominelle Schmerzzustände klären.

Diese Mitteilungen sind von Kappies, Gerlach, Mandl, Brunner u. a. weitgehend bestätigt worden. Besonders bewährte sich das Verfahren bei Gallenblasen- und Nierenaffektionen. Mit großer Sicherheit verschwinden die Kolikschmerzen, wenn man das Thorakalsegment 10 (D. 10) bezw. D. 12 und L. 1 ausschaltet, d. h. wenn der Prozeß auf die einzelnen Organe beschränkt geblieben ist.

Auf der Beobachtung fußend, daß nach der Paravertebralanästhesie die Schmerzen nicht nur für kurze Zeit sondern oft auch für dauernd schwanden, benutzte man sie zu therapeutischen Zwecken. Im Jahre 1922 konnte Läwen über den Abgang eines Nierensteines nach paravertebraler Injektion an D. 12 und L. 1 berichten. 1927 veröffentlicht Erb zwei Fälle, bei denen er unter Leitung des Cystoscops beobachtet hatte, wie tiefsitzende Uretersteine nach paravertebraler Injektion an L. 1. 2 und 3 in die Blase geboren wurden. 1928 beschreiben Kehl und Thomann 8 Fälle, in denen sie zum Teil Erleichterung des Steindurchganges erreicht haben. Allerdings sind in der Literatur auch Versager bekannt.

Läwen zieht deshalb eine spasmolytische Wirkung der Paravertebralanästhesie in Erwägung. Eine ähnliche Ansicht vertritt Pal, der die Beseitigung der Schmerzempfindungen ebenfalls durch Lösung der Krämpfe der glatten Muskulatur erklärt.

Einige Autoren versuchen, in experimentellen Studien diese auf klinischen Beobachtungen fußenden Theorien zu stützen bezw. zu widerlegen. Lion verfolgt unter Leitung des Cystoscops die Nieren- und Uretertätigkeit am Menschen vor und nach Paravertebralanästhesie an D. 11, 12 und L. 1 Er hat den Eindruck, daß nach der paravertebralen Injektion die Intervalle der Ureterkontraktionen kürzer werden, und in einzelnen Fällen sieht er sogar Verdoppelung der Harnstöße.

Diesen Versuchen über die Einwirkung der paravertebralen Segmentausschaltung auf die Uretertätigkeit stehen Arbeiten anderer Verfasser gegenüber. Nieden beobachtet ebenfalls im Cystoscop bei gesunden Menschen die Uretermündungen und zählt die peristaltischen Bewegungen aus. Er sieht in keinem Fall nach der Anästhesie eine Änderung der Intervalle und der Intensität der

Ureterstöße. Er hält eine Beeinflussung des Durchganges von Konkrementen durch die paravertebrale Injektion für aussichtslos. Lurz studiert an Hunden die Uretertätigkeit. Er beobachtet den Harnleiter direkt von der eröffneten Bauchhöhle aus. Auch führt er die Injektion des Anästhetikums der größeren Treffsicherheit wegen von der Bauchhöhle aus. Er kann weder eine Erschlaffung des Nierenbeckens und Ureters, noch eine Änderung der Tätigkeit sehen. Durch lokale mechanische Reize lassen sich genau wie vorher Kontraktionen auslösen.

Wiedhopf macht eine größere Zahl von Versuchen an 3 Hunden, denen er die Blase exstirpiert und die Ureteröffnungen in die Bauchwand einnäht. Seine Beobachtungen gelten mehr der Einwirkung der paravertebralen Injektion auf die Nierentätigkeit. Doch berichtet er auch über den Rhythmus der Entleerung, den er wegen der freiliegenden Ureteröffnungen direkt wahrnehmen kann. Im allgemeinen erfolgen alle 10-15 Sekunden Harnstöße. Nach der Injektion verkürzen sich meist die Intervalle der einzelnen Kontraktionen (5-7,5 Sekunden), wobei die Kraft aber unverändert bleibt. Jedoch sieht er auch bei ein- und demselben Tier, daß die Pausen viel länger werden und dann der Urin in kräftigem Strahl unter Druck entleert wird.

Ungefähr zu gleicher Zeit kommen Arbeiten von Schmidt und Siwon heraus. Schmidt verfolgt bei transvesikaler Füllung der Organe mit Umbrenal am Röntgenschirm die Peristaltik des Nierenbeckens und Ureters des Menschen. Er gibt zu, daß die Versuche nicht unter physiologischen Bedingungen stattfinden. Der Reiz des Kontrastmittels sowie dessen Temperatur und das Hinaufführen des Katheters wirken sicher auf die motorische Tätigkeit ein. Normalerweise treten alle 10-15 Sekunden Kontraktionen auf, die mit einer Sekundengeschwindigkeit von 1-3 cm über den

Ureter laufen. In 3 Fällen machte er die Paravertebralanästhesie an D. 11-L. 2. In 4 weiteren Fällen die Splanchnicusanästhesie nach Kappis, die wohl für den Ureter nicht mit der Paravertebralanästhesie gleichgesetzt werden kann, da sie eigentlich nur die Nerven des oberen Ureterabschnittes lähmt. Beides ist ohne wesentlichen Einfluß auf die Sekundengeschwindigkeit und auf die Häufigkeit der Peristaltik. Bemerkenswerterweise ist das Hinaufführen des Katheters völlig schmerzlos.

Direkte Beobachtungen können Schmidt und Siwon an einem 26 jährigen Menschen mit Blasenektopie machen. Nachdem sie sich von der normalen Tätigkeit des Nierensystems überzeugt haben, führen sie die doppelseitige Splanchnicusanästhesie aus. Auch hier finden sie eine geringe Verminderung der Harnmenge, dagegen keine wesentliche Änderung der Anzahl der Harnstöße. Die nach einer Stunde ausgeführte Pyeloscopie ergibt keine hydronephrotischen Veränderungen des Nierenbeckens und keine Dilatation des Ureters.

Alle Beobachtungen lassen eine Übereinstimmung vermissen. Das mag an der Verschiedenheit der Versuchsanordnungen liegen. Vor allem beruhen sämtliche Ergebnisse auf subjektiven Aufzeichnungen. Ferner können die Versuche, die in Narkose bei geöffneter Bauchhöhle gemacht worden sind, nicht mehr als physiologisch bezeichnet werden. Durch das Einführen des Cystoscops und das Auffüllen der Blase werden vesiko-ureterale Reflexe ausgelöst, die die Uretertätigkeit beeinflussen können. Die Zählung von Harnstößen an den Ureteröffnungen führt zu Fehlern, da der Ureter peristaltische Kontraktionen zeigt, bei denen kein Urin befördert wird. Fast sämtliche Experimente stellen unangenehme, wenn nicht sogar schmerzhafte Eingriffe dar, die nicht ohne Einfluß auf vegetativ bedingte Funktionen sein können.

Um nun die Versuchsbedingungen möglichst gleichmäßig zu gestalten und subjektive Ablesefehler wie Eingriffe in die Integrität des Tierkörpers beim und kurz vor dem Versuch zu vermeiden, wählten wir die Methode der Aufzeichnung der Aktionsströme des Ureters, die objektiv jede peristaltische Welle erkennen läßt.

Bevor wir näher auf die Versuchsanordnung und die Protokolle der Versuche eingehen, seien mir noch einige anatomische und physiologische Vorbemerkungen gestattet.

Der Ureter ist ein muskuläres Hohlorgan mit einer inneren Längs- und einer äußeren Ringmuskelschicht. Das intramurale Ureterstück ist frei von Ringmuskulatur. Dafür befinden sich an dem blasenwärts gelegenen Teil noch äußere Längsmuskelfasern. Das Nierenbecken und der Harnleiter werden vom Plexus renalis, spermaticus, hypogastricus superior und inferior und vesikalis innerviert. Die Nervenfasern treten mit den Gefäßen an ihre Erfolgsorgane heran. Ob im ganzen Verlauf sich Ganglienzellen in der Tunica muscularis befinden, ist nicht übereinstimmend geklärt worden. Protopopow, Rudolf Maier und Disse wollen solche gesehen haben, während andere wie Engelmann, Dissehorst und Hryntschak das Vorhandensein von Ganglienzellen in der glatten Muskulatur und dem subepithelialen Gewebe ablehnen. Vor nicht langer Zeit konnte Hryntschak in über 3000 Serienschnitten von Menschen-, Katzen-, Hunde- und Schweineureteren keine Ganglienzellen in der Tunica muscularis und submucosa finden.

Der Harn fließt nicht kontinuierlich der eigenen Schwere folgend vom Nierenbecken in die Blase, sondern wird aktiv vom Ureter durch peristaltische Wellen weiterbefördert. Boeminghaus konnte das in sehr schönen Versuchen nachweisen. Er legt bei Hunden einen Trokar durch das Nierenparen-

chym, läßt Jodnatriumlösung ins Nierenbecken träufeln und beobachtet den Abtransport vor dem Röntgenschirm. Er sieht, was durch röntgenphysiologische Studien Jarres bestätigt wird, daß durch Kontraktion des Nierenbeckens eine kleine Menge Flüssigkeit in den obersten Teil des Ureters gepreßt und in spindelförmiger Gestalt — von Jarre als Bulbus uretericus bezeichnet — in die Blase gedrückt wird. Die Sekundengeschwindigkeit beträgt, wie auch schon Engelmann gefunden hat, 2—3 cm. Die Kontraktionen folgen im allgemeinen in Abständen von 10—15 Sekunden. Die Häufigkeit ändert sich mit der Menge der Flüssigkeit, die ins Nierenbecken eintritt. Hieraus schließt Boeminghaus, daß das Reizzentrum für die Ureterperistaltik in der Nierenbeckenwand liegt, und setzt damit eine nervöse Reizleitung voraus, eine Ansicht, die von Protopopow, Luchsinger u. a. geteilt wird. Dem entgegen steht die myogene Theorie Engelmanns, der die Ursache der Peristaltik in der Muskelzelle selbst sieht.

Die Ureterelektrographie, die zur objektiven Aufzeichnung der Peristaltik bei unseren Versuchen verwendet wurde, wurde im Jahre 1910 von Orbeli und Th. v. Brücke angegeben. Sie entdeckten bei einer Operation an einem Hunde die sehr kräftige Peristaltik des Ureters. Bei der genaueren Untersuchung fanden sie, daß dieses Muskelrohr besonders gute Aktionsströme aufzeichnete. Nach Öffnung der Bauchhöhle wurde der Ureter ein Stück weit stumpf von der Unterlage abpräpariert. Da bei Abkühlung die Harnleiterperistaltik aufhörte, wurde diese durch Einpacken in warme, mit physiologischer Kochsalzlösung getränkte Tücher vermieden. Durch zwei in Ringersche Lösung getauchte Wollfäden, die mit unpolarisierbaren Tonstiefelektroden verbunden waren, wurde der Strom zu einem Saitengalvanometer geleitet. Die Akti-

onsströme, deren Schwankungen registriert wurden, stellen charakteristische triphasische Wellen dar, die meist in regelmäßigen Abständen von etwa 11 Sekunden folgen. Die Ableitung geschah von zwei Punkten im unteren Drittel des Ureters, weil bei Entnahme von den nach oben gelegenen Stellen verzerrte Kurven entstanden.

Bei dieser Versuchsanordnung erhält man zwar gute Aktionsströme, doch ist die natürliche Peristaltik des Ureters weitgehend gestört. Abgesehen davon, daß in Narkose bei geöffneter Bauchhöhle gearbeitet wurde, ist der Harnleiter von seiner Unterlage entfernt, was alles zusammen seine Kontraktionen stark beeinträchtigen muß.

Die pharmakologische Beeinflussung der Ureterperistaltik ist erst wenig untersucht. Bekannt ist die Tatsache, daß bei Einwirkung von Wärme die Kontraktionen häufiger und umgekehrt bei Kälte seltener werden.

Durch Lähmung des Plexus renalis, also durch Ausschaltung des Sympathicus, konnte Magnus Cohn in 81% der Fälle eine Steigerung der Peristaltik beobachten. Ähnlich wirkt in 2 von 7 Fällen die Injektion von Novokain in den Plexus.

Dagegen zählt die Literatur eine größere Anzahl von Veröffentlichungen, in denen der Einfluß operativer Entnervung der Harnorgane studiert wurde. Meist ist jedoch der Nierensekretion größere Beachtung geschenkt worden als der Motilität des Nierenbeckens und Ureters. Andler studiert bei einer größeren Versuchsreihe an Tieren die Peristaltik und den Tonus des Harnleiters. Zuerst zerstört er alle Nerven des Ureters und Nierenbeckens. Bei einer Relaparotomie findet er keine Veränderungen. Bei anderen Tieren nimmt er zu dieser Entnervung noch die des Nierenstiels hinzu. Hierbei beobachtet er zunächst eine durch den Reiz der Entnervung bedingte Zunahme der Peristaltik,

die später einer vollkommenen Lähmung Platz macht. Eine nach 3—3½ Monaten vorgenommene Wiederöffnung der Bauchhöhle zeigt eine Dilatation des Nierenbeckens und Ureters.

Diese Versuche sind derart eingreifend und schädigen sicherlich, wenn nicht rein mechanisch, so doch durch die starke Abkühlung und Austrocknung die Uretermuskulatur, daß sie als beweisend nicht angesehen werden können. Zu einem entgegengesetzten Ergebnis kommt dann auch Lurz, der in seinen vielen Versuchsreihen sich mit der autotransplantierten Niere beschäftigt. Er legt die Niere frei, löst sie von dem umgebenden Gewebe und vereinigt den Gefäßstiel mit den Gefäßen der Milz. Im Cystoscop beobachtet er danach nur eine geringe Vermehrung der Harnstöße entsprechend der Steigerung der Diurese auf der transplantierten Seite. Wie zu erwarten, sind psychische Einflüsse, Dehnungsschmerz und Reflexe von der Blase aus im Gegensatz zu der gesunden Seite aufgehoben. Wenn auch, wie Andler einwendet, die vollständige Entnervung fehlt — Nerven, die von unten an den Ureter herantreten, werden nicht zerstört —, so ist immerhin mit Sicherheit der Hauptteil der Nervenfasern ausgeschaltet, ohne daß das Nierensystem gröber in seiner Tätigkeit gestört ist.

Von einem Einfluß der Splanchnico- und Vagotomie auf Bewegungsvorgänge des Ureters ist nichts bekannt. Roth, Macht und Penfield konnten mit Adrenalin und Ephedrin, also durch sympathicusreizende Mittel, eine Beschleunigung der Peristaltik erzielen. Kalk und Schöndube schlossen aus dem vermeintlichen Steinabgang und dem Heftigerwerden der Kolikschmerzen bei Uretersteinen nach Injektionen von Hypophysin auf einen die Peristaltik des Harnleiters fördernden Einfluß dieses Präparates. Andere wie Boeminghaus und Renner konnten diese Wirkung nicht erreichen.

Da auch die Arbeiten von Magnus Cohn hierzu im Widerspruch stehen, kann man mit Sicherheit bis jetzt nichts über die Wirkung des Sympathicus bezw. Vagus auf den Ureter aussagen.

Eigene Versuchsanordnung: Zur Verwendung kamen 4 kräftige Hunde von 19—28 kg Gewicht. Um die beiden Ureteren besser zugänglich zu machen, wurde folgende Operation vorgenommen: Nachdem die Bauchdecken rasiert und gereinigt waren, wurde die Bauchhöhle in Morphium-Äthernarkose durch Pararectalschnitt geöffnet. Dann wurde die Blase vorgezogen, möglichst tief am Abgang der Urethra mit Seide abgebunden und bis auf 2 zweimarkstückgroße Blasenwandstücke um jede Ureteröffnung exstirpiert. In zwei Stichincisionswunden, die beiderseits oberhalb des Leistenbandes so angelegt waren, daß man bequem ohne Zug und Verdrehung den Ureter durchstecken konnte, wurden die beiden Harnleiteröffnungen mit der Blasenschleimhaut eingenäht. Daraufhin wurde die Bauchhöhle durch Naht verschlossen. Auf diese Weise erhielten wir zwei brauchbare Tiere, die in ihrem Allgemeinbefinden nicht beeinträchtigt waren, nachdem allerdings bei einem Hund die Heilung von einem durch die dauernde Urinbenetzung entstandenen Ekzem abgewartet worden war. Zwei weitere Tiere wurden uns liebenswürdigerweise von Herrn Privatdozent Dr. Biebl zur Verfügung gestellt, der schon vor etwa 9 Monaten die Blasenexstirpation ausgeführt und bei ihnen zu Versuchszwecken die linke Niere entnervt hatte. Hier wurde nur das normale Nierensystem zu unseren Versuchen benutzt.

Um die Aktionsströme des Ureters ableiten zu können, wurde durch einen Ureterkatheter Nr. 5 eine dünne Kupferlitze gezogen. Am Ende wurde sie aufgefasert und sorgfältig etwa 2—3 cm weit um den Katheter gewickelt, damit ein guter Kon-

takt mit der Ureterwand entstehen konnte. Dieser so armierte Katheter ließ sich mühelos in den Harnleiter, dessen Öffnungen dem Auge sichtbar dalagen, hinaufführen, nachdem er sowie die Ureterostien mit einer desinfizierenden Flüssigkeit gereinigt waren. Der Urinabfluß erfolgte ungestört neben dem dünnen Katheter. Die zweite Ableitung geschah durch eine Nadelelektrode, die etwa 10 cm von der Ureterfistel entfernt durch die Haut ins subcutane Gewebe gestochen wurde. Der Aktionsstrom wurde mittelst eines Siemensschen Spulengalvanometers auf lichtempfindlichem Papier registriert.

Um die Segmente, die für die Niere und den Ureter in Frage kommen, auszuschalten, wurden nach der Läwenschen Methode an jedes Segment etwa 3—5 ccm einer 1%igen Lösung von Novokain-Suprarenin gespritzt. Da der Hund 13 Brustwirbel hat, wurden, um ganz sicher zu gehen, bei unseren Tierversuchen die Segmente D. 12, 13 und L. 1, 2, 3 ausgeschaltet. Wir orientierten uns nach der 13. Rippe. Die Injektion geschah in Höhe des Dornfortsatzes des nächst höher gelegenen Wirbelkörpers.

Die Hunde ließen sich das Aufschneiden auf eigens hierzu gebauten Tischen bald gut gefallen, sofern die Versuche nicht zu lange dauerten. Außerdem hatten wir durch unsere Kurven eine recht gute Kontrolle über das Verhalten der Tiere. Bei Bewegungen waren nämlich dem Aktionsstrom des Ureters solche der quer gestreiften Muskulatur überlagert. Diese Versuche wurden, um Ungenauigkeiten durch psychische Einflüsse auszuschließen, abgebrochen bezw. nicht berücksichtigt.

Neben den Aktionsströmen des unbeeinflußten Ureters wurden solche nach Paravertebralanästhesie und nach intramuskulärer Injektion von 2 ccm Ergotamintartrat (Gynergen) aufgezeichnet. Die stattge-

habte Wirkung des Gynergens ließ sich leicht an der starken Pulsverlangsamung und dem einsetzenden Speichelfluß prüfen, was stets nach 10—15 Minuten eingetreten war. Für die Wirkung der Paravertebralanästhesie hatten wir keine markanten Merkmale. Aber aus der Klinik ist bekannt, daß die Schmerzaufhebung schlagartig nach der Injektion einsetzt. Trotzdem wurde immer 15 Minuten gewartet, um einmal eine Gleichmäßigkeit der Versuchsbedingungen zu bekommen, zum andern, damit die Tiere sich nach den Injektionen wieder vollständig beruhigen konnten. Das Aufzeichnen der Kurve wurde von beiden Uretern gleichzeitig und meist auf die Dauer von 2—3 Minuten, vereinzelt auch länger, vorgenommen, um den Hunden die längere Fesselung zu ersparen. Der Aktionsstrom wurde von dem unteren Teil des Ureters abgeleitet. Die innere Elektrode befand sich etwa 10 cm oberhalb der Ureteröffnungen. Bei dem Versuch, auch die Aktionsströme des Nierenbeckens festzuhalten, stellte es sich heraus, was auch schon Brücke betonte, daß die Kurven stark verzerrt waren. Das mag an der unmittelbaren Nachbarschaft des Zwerchfelles gelegen haben.

Wir waren uns wohl bewußt, daß das Hinaufführen und das Liegen des Katheters einen Reiz für die Schleimhaut bedeuten. Daß er von keinem größeren Einfluß war, konnten wir in manchmal längerer Versuchsdauer nachweisen, bei denen sich das Ureterelektrogramm nicht wesentlich änderte.

Aus den Versuchen erhielten wir 27 meßbare Aktionsstromkurven, die alle gleichlautend waren, und von denen einige auszugsweise am Schluß in Form von Tabellen wiedergegeben sind. Bei einem anderen Teil konnten wir aus technischen Gründen wegen Versagens der Apparatur oder wegen Unruhe des Tieres die Zahl der Kontraktionen nicht ausmessen. Aus groben subjektiven Beobachtungen

auf der Mattscheibe des Spulengalvanometers und von der Ureteröffnung direkt konnten wir jedoch entnehmen, daß sie keine Abweichungen boten. Sie bedeuten deshalb keine Versager im eigentlichen Sinne.

Zu den Ureterelektrogrammen selbst ist zu sagen, daß sie nicht so schön wie die Brückeschen sind. Dieser hat am isolierten Organ in Narkose gearbeitet, was wir aus vorher erwähnten Gründen vermeiden wollten. Die von uns registrierten Ureteraktionsströme sind daher von elektrischen Strömen anderer Organe, wie z. B. des Herzens, überlagert. Stets ließ sich aber jede peristaltische Welle erkennen, da sie im einzelnen Falle sehr charakteristisch war. Zeitliche Vergleiche des Ausschlages an der Mattscheibe mit den Harnstößen, die bei den ersten Versuchen immer vorgenommen wurden, ließen einen Irrtum vollkommen ausschließen.

Bei der Auswertung des Ureterelektrogrammes mußten wir uns darauf beschränken, die Dauer und die gegenseitigen Abstände zu messen. Die Höhe der Ausschläge, die ein Äquivalent der Stromspannung geben würde, mußten wir unberücksichtigt lassen, da wir die Versuchsbedingungen, die sie beeinflussen, nicht immer gleich halten konnten. Aus demselben Grunde erlauben auch die geringeren Schwankungen des Abstandes der Kurve von der Nullinie, die eine langsam ansteigende bezw. absinkende Stromspannung bedeuten würden, keine weiteren Schlüsse. Die Dauer der Aktionswellen, die außer von dem Abstand der Elektroden voneinander von der Geschwindigkeit der peristaltischen Welle abhängt, veränderte sich auch während der einzelnen Versuche stark, bei denen die Lage der Elektroden dieselbe blieb. Absolute Zahlen würden wenig sagen, sie schwanken oft um das Doppelte. Ebenso weisen die Abstände der Kontraktionen

voneinander große Verschiedenheiten auf. Sie betragen im Durchschnitt 9—13 Sekunden, jedoch lag das Maximum und Minimum in vereinzelten Fällen bei 27 und 2 Sekunden. Einen nur annähernden Rhythmus konnten wir auch auf kürzere Zeitspannen nie sehen.

Was die Abhängigkeit der Peristaltik beider Ureteren voneinander betrifft, so beobachteten wir in keinem Falle einen Zusammenhang. Diese Beobachtung war umso leichter, als beide Ureterelektrogramme gleichzeitig auf einen Papierstreifen aufgenommen waren. Die Behauptung, daß beide Ureteren synchron arbeiten, ist somit auf Grund unserer objektiven Aufzeichnungen entkräftet (vergl. Tabelle!). Die Verschiedenheit erstreckte sich sowohl auf die Abstände wie auf die Dauer und den zeitlichen Zusammenfall der Aktionswellen.

Einen Einfluß der Paravertebralanästhesie konnten wir nicht nachweisen. Die Abweichungen der Dauer sowie der Abstände der Kontraktionswellen von den vorangehenden „Leerversuchen" bewegten sich durchaus in dem Rahmen der Beobachtungen, die vergleichsweise zwischen den Versuchen an unbeeinflußten Tieren stattfanden. Auch zeigte sich keine Änderung der Arhythmie der peristaltischen Bewegungen; da wir zur Kontrolle die Aktionsströme des Ureters der unbeeinflußten Seite mitregistrierten, sind diese Ergebnisse umso beweisender. Versuche mit der Einverleibung der Anästhesieflüssigkeit an neutralen Körperstellen waren deshalb nicht notwendig.

Dagegen bekamen wir bei unseren Gynergenversuchen ganz eindeutige und stets gleichbleibende Resultate. Bei allen Versuchen zeigt sich, wie aus der Tabelle klar ersichtlich, eine deutliche Beschleunigung der Peristaltik beider Ureteren und eine Umwandlung der regellosen Tätigkeit in einen geordneten Rhythmus der motorischen Aktion. Aber

auch jetzt arbeiten die beiden Harnleiter unabhänig voneinander. Der Rhythmus ist auf beiden Seiten nicht der gleiche. Es sind auch Unterschiede in den Intervallen und der Dauer vorhanden. Ferner konnten wir noch eine wichtige Beobachtung am Orificium des Hundeureters selbst machen. Wenn wir auch bei den anderen Versuchen ganz vereinzelt Kontraktionen gesehen hatten, bei denen kein Urin entleert wurde, häufte sich diese Beobachtung bei den Gynergenversuchen ganz auffallend.

Am einfachsten ist die Deutung der Versuche mit Ergotamintatrat (Gynergen), das in höheren Dosen den Sympathicus lähmt. Wir wollen sie deshalb vorwegnehmen. So bald wir den Einfluß des Sympathicus ausschalten, wird die vorher regellose Uretertätigkeit völlig rhythmisch. Es wohnt daher dem Ureter eine Automatie inne, d. h. also, es muß eine myogene Reizleitung bestehen, wie sie von Engelmann angenommen wurde. Diese muß normalerweise überlagert sein von dem Einfluß der zentral-sympathischen Innervation, welche anscheinend die Ökonomie der motorischen Aktion des Harnleiters bestimmt. Lähmt man den Sympathicus mit Gynergen, so beobachtet man eine große Zahl von Aktionsstromschwankungen, denen nicht wie sonst eine Urinentleerung in den Ureterostien folgt. Es tritt daher eine auffällige Häufung des „Leerlaufes" der Peristaltik ein, die bei unbeeinflußtem Ureter und nach Paravertebralanästhesie fast völlig fehlt.

Die normale Uretertätigkeit scheint deshalb durch den Füllungszustand des Nierenbeckens geregelt zu werden, wie Boeminghaus in seinen Untersuchungen schon gefunden hat. Die Weiterleitung dieses normalerweise entstehenden Reizes ist durch die Lähmung des Sympathicus nach unseren Versuchen unterbrochen. Die Tätigkeit des Ureters ist daher von dem Füllungsgrad des Nierenbeckens und vielleicht auch von anderen Einflüssen unabhängig geworden.

Komplizierter wird die Deutung unserer Ergebnisse nach der paravertebralen Segmentausschaltung. An dem richtigen Sitz des Anästhetikums kann kein Zweifel sein.

Vor und während unserer Versuche sind an Hundeleichen zahlreiche paravertebrale Injektionen mit Methylenblau gemacht worden, die ausnahmslos zeigten, daß bei unserer Technik, die immer in derselben Hand lag, die Flüssigkeit die nervösen Gebilde des entsprechenden Segmentes umspült. Ebenso steht die Tatsache fest, daß nach der Paravertebralanästhesie Steinkoliken des Ureters prompt aufhören. Trotzdem zeigen sich in unseren Aktionsstromkurven keine Änderungen, d. h. also eine Lähmung der durch den Sympathicus bedingten motorischen Funktion bezw. Steuerung wird nicht erzielt. Auf eine direkte Messung des Tonus mußten wir bei unseren Versuchen verzichten. Zwar zeigen die Kurven gewisse langsame Schwankungen ihrer Höhe, doch können diese nicht ohne weiteres als Ausdruck von Tonusänderungen gedeutet werden, da bis heute ein physiologischer Beweis für das Auftreten elektrischer Potentialschwankungen bei Tonusänderungen fehlt. Jedoch erlaubt das Ureterelektrogramm auch einige vorsichtige Rückschlüsse auf den Tonus der Muskulatur. T r e n d e l e n b u r g konnte am Meerschweinchendarm enge Beziehungen zwischen Muskeltonus und Peristaltik nachweisen. Bei Füllung eines Darmabschnittes mit Flüssigkeit treten von einem gewissen Dehnungsgrad der Muskelfasern ab peristaltische Wellen auf. Bei Tonuserhöhung beginnt die Peristaltik schon bei einer viel geringeren Füllung. Umgekehrt reagiert der Darm nicht mehr mit peristaltischen Kontraktionen bei einer vollkommenen Erschlaffung der Darmwand. Man kann also sagen, daß mit Tonuserhöhung eine Vermehrung und mit Tonusherabsetzung eine Verminderung der Peristaltik einhergeht. Da wir nun

keinerlei Änderungen der Kontraktionen des Ureters finden, ist mit einer Tonusschwankung nach Paravertebralanästhesie nicht zu rechnen. Mit Sicherheit können wir sagen, daß die paravertebrale Segmentausschaltung nicht gleich zu setzen ist der Sympathicuslähnung mit Gynergen, sonst hätten wir wenigstens annähernd gleiche Kurven bei beiden Versuchsreihen erhalten müssen.

Wir kommen demnach zu der Annahme, daß durch die Paravertebralanästhesie nur die aufsteigenden Fasern des Sympathicus unterbrochen werden. Die durch Entzündungen bezw. Konkremente bedingten schmerzhaften reflektorischen Spasmen kommen deshalb nicht zustande, weil der Reflexbogen im sensiblen Anteil unterbrochen ist. Aber auch wenn, wie viele Phsyiologen annehmen, der Sympathicus nur motorische und sekretorische Fasern führt und die sensible Innervation von spinalen Nerven geschieht, läßt unsere Deutung nicht im Stich. Da die anästhesierende Flüssigkeit noch in das umgebende Gewebe diffundiert, wie wir aus Versuchen mit Methylenblau an Hunde- und Menschenleichen ersehen konnten, und was schon L ä w e n betonte, erreicht sie sicher das Spinalganglion und die sensible Wurzel und bringt so den Schmerz zum Schwinden.

Unsere Versuche haben keinen Beweis dafür erbracht, daß Tonus- oder Peristaltikänderung bei Uretersteinabtreibung durch die Paravertebralanästhesie eine Rolle spielt. Es besteht die Möglichkeit, daß in den Fällen, in welchen Steine durch reflektorische Spasmen im Ureter festgehalten werden, nach dem Schwinden der Krämpfe infolge schmerzlindernder Wirkung der paravertebralen Injektion diese durch die normale Peristaltik und die vis a tergo der Urinsäule in die Blase ausgestoßen werden.

Zusammenfassung: Wir haben in unseren Versuchen objektiv nachweisen können, daß die para-

vertebrale Segmentausschaltung keinen Einfluß auf die Peristaltik des Ureters hat.

Nach intramuskulärer Injektion von 2 ccm Gynergen (Sympathicuslähmung tritt eine deutliche Beschleunigung und ein vorher nicht dagewesener Rhythmus der Muskelkontraktionen auf, woraus wir schließen, daß die Peristaltik des Ureters automatisch geregelt und vorwiegend vom Einfluß des Sympathicus überlagert ist.

Für die Erlaubnis, Versuchstiere und Material der Medizinischen Poliklinik und Chirurgischen Klinik benutzen zu dürfen und für die Übernahme des Referates danke ich Herrn Prof. Dr. Bruns und Herrn Prof. Dr. Läwen sehr. Ebenso bin ich Herrn Privatdozent Dr. Thiel und Herrn Privatdozent Dr. Erb für die Anregungen und die Unterstützung bei der Vornahme der Versuche zu großem Dank verpflichtet.

Literaturangabe:

Adler: in Bethe, Bergmann: Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie. Springer, Berlin 1929.

Andler: Ztschr. f. urol. Chir. 17, S. 298.

Boeminghaus: Ztschr. f. urol. Chir. 14, S. 71.
" D. Ztschr. f. urol. Chir. 179. 1923.
" Verhdl. d. Ges. f. Chir. 1923, S. 74.
" Zentr. Bl. f. Chir. 1927, S. 2690.

Th. v. Brücke und Orbelli: Pflügers Arch. f. d. ges. Phys. 133. 1910. S. 313.

Cohn, Magnus: Ztschr. f. urol. Chir. 25, S. 189.

Ekehorn: Virchows Arch. 283. 1932.

Ellinger und Hirt: Arch. f. exper. Path. u. Pharm. 90, S. 77.
„ „ „ Arch. f. exper. Path. u. Pharm. 106, S. 135.
Erb: Arch. f. klin. Chir. 148, S. 261.
Freude: Ztschr. f. exper. Med. 80. 1931. S. 18.
Gerlach: M. m. W. 1925, S. 1067.
Hryntschak: Ztschr. f. urol. Chir. 18, S. 86.
Jarre: Zentr. Bl. f. Chir. 1931, S. 526.
Kappis und Gerlach: Med. Klinik 35. 1923. S. 1184.
Kappis: Bruns' Beitr. z. klin. Chir. 147, S. 343.
Kalk-Schöndube: D. m. W. 1926, S. 55.
Kehl und Thomann: Zentr. Bl. f. Chir. 1928. S. 1165.
Läwen: M. m. W. 26. 1911.
„ M. m. W. 40. 1922.
„ Zentr. Bl. f. Chir. 41. 1922.
„ Zentr. Bl. f. Chir. 12. 1923.
„ Verhd. d. Dt. Ges. f. Chir. 1924, S. 83.
„ Zentr. Bl. f. Chir. 19. 1924.
„ M. m. W. 35. 1925.
Lion: Med. Klinik 1927, S. 15.
Lurz: D. Ztschr. f. Chir. 194, S. 25.
„ D. Ztschr. f. Chir. 211, S. 58
„ Arch. f. klin. Chir. 152, S. 219.
Lurz und Röhrich: Bruns' Beitr. z. klin. Chir. 147, S. 639.
Meyer-Bisch und Könnecke: Ztschr. f. exper. Med. 45, S. 343
Mandl: Die paravertebrale Injektion. Springer, Wien 1926.
Nieden: Arch. f. klin. Chir. 157, S. 81.
Pal: Wien. klin. W. 1924, S. 1323
Renner: in L. Müller: Die Lebensnerven. Springer, Berlin 1924.
Rost: Pathologische Physiologie des Chirurgen. Vogel, Leipzig.
Schmidt: Bruns' Beitr. z. klin. Chir. 139, S. 352.
Schmidt und Siwon: Ztschr. f. urol. Chir. 23, S. 223.
Trendelenburg: in Bethe, Bergmann, Embden, Ellinger: Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie. Springer, Berlin. 1927. Bd. III, S. 452.
Wiedhopf: Bruns' Beitr. z. klin. Chir. 141, S. 172.
Wüllenweber: Arch. f. klin. Medizin 165, S. 296.

Lebenslauf.

Am 26. April 1908 wurde ich als Sohn des Lehrers Arthur Sommer in Genditten, Kreis Bartenstein Ostpr. geboren. Von meinem 6. Lebensjahre besuchte ich die Volksschule zu Lichtenfeld, Kreis Heiligenbeil, wohin mein Vater versetzt worden war. Im Frühjahr 1918 wurde ich auf die Oberrealschule auf der Burg zu Königsberg i. Pr. aufgenommen, die ich Ostern 1927 mit dem Zeugnis der Reife verließ. Da ich großes Interesse für die Naturwissenschaften hatte, widmete ich mich dem Studium der Medizin. Meine vorklinischen Semester verlebte ich auf der Albertus-Universität zu Königsberg. Im Juli 1929 bestand ich die ärztliche Vorprüfung und bewarb mich dann um Einstellung in das Reichsheer als Sanitätsoffizieranwärter, dem ich jetzt als Fähnrich (im Sanitätskorps) angehöre. Nachdem ich im Winter 1929/30 $^1/_2$ Jahr als Kanonier im 1. Pr. Artl.-Reg. gedient hatte, ging ich im S. S. 1930 nach Würzburg. Die darauf folgenden Semester studierte ich wieder auf meiner Heimatuniversität zu Königsberg. Nach vollendetem 11. Semester beabsichtige ich, mich im Oktober d. J. zum medizinischen Staatsexamen zu melden.

Datum: 20. 4. 1932. **Versuchshund: Mohr.**

Beide Ureteren unbeeinflußt.

Linker Ureter:			Rechter Ureter:		
Beginn der peristalt. Welle nach Sekunden	Dauer der Peristalt. Welle in Sekunden	Abstand v. d. vorangeh. Welle in Sekunden	Beginn der peristalt. Welle nach Sekunden	Dauer der peristalt. Welle in Sekunden	Abstand v. d. vorangeh. Welle in Sekunden
0,5	2,8	—	0	1,8	—
4,8	2,6	4,3	4,9	2,0	4,9
11,2	2,4	6,4	9,8	1,5	4,9
28,5	1,6	17,3	15,0	1,9	5,2
31,9	2,4	3,4	19,6	1,6	4,6
36,7	3,1	4,8	30,9	1,9	11,3
49,2	2,6	12,5	38,7	1,4	7,8
53,8	3,2	4,6	41,0	1,3	2,3
58,7	3,1	4,9	58,8	1,9	17,8
Mittel	2,64	7,29	Mittel	1,7	7,35

Beide Ureteren nach paravertebraler Segmentausschaltung von D. 12, 13, L. 1, 2 und 3 rechts.

0	2,2	—	4,2	1,0	—
9,8	2,4	9,8	10,1	1,1	5,9
15,8	1,5	6,0	15,3	1,7	5,2
19,3	1,4	3,5	22,4	0,9	7,1
24,2	1,5	4,9	28,0	1,4	5,6
28,9	2,2	4,7	33,3	1,9	5,3
30,4	2,7	9,5	46,9	—	13,6
43,0	1,0	4,6	52,8	1,1	5,9
47,5	2,2	4,5	59,2	1,2	6,4
51,5	1,3	4,0	64,5	1,8	5,3
57,8	1,3	6,3	71,6	—	7,1
67,8	—	10,0			
Mittel	1,79	6,16	Mittel	1,34	6,74

Datum: 23. 4. 1932. Beide Ureteren nach 1 ccm Gynergen i. m.

0	1,1	—	4,4	0,8	—
3,8	1,2	3,8	8,3	—	3,9
7,5	1,0	3,7	12,0	—	3,7
11,2	1,4	3,7	16,2	0,9	4,2
15,2	1,3	4,0	19,0	—	2,8
19,2	0,9	4,0	23,3	1,4	4,3
23,1	1,2	3,9	26,0	1,0	2,7
26,9	1,0	3,8	29,1	1,3	3,1
30,6	1,1	3,7	31,6	1,1	2,5
34,6	1,3	4,0	34,8	1,5	3,2
38,1	1,1	3,5	38,7	1,7	3,9
42,3	0,8	4,2	43,2	0,9	4,5
46,2	0,7	3,9	46,4	1,5	3,2
Mittel	1,08	3,85	Mittel	1,21	3,5